



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

ULB

## Das Papier in der Rotationsmaschine

Eschenbach, Wolfram

(1960)

DOI (TUprints): <https://doi.org/10.25534/tuprints-00013989>

License:



CC-BY 4.0 International - Creative Commons, Attribution

Publication type: Article

Division: 16 Department of Mechanical Engineering

16 Department of Mechanical Engineering

Original source: <https://tuprints.ulb.tu-darmstadt.de/13989>

---

## DAS PAPIER IN DER ROTATIONS MASCHINE

VON PROFESSOR DR. WOLFRAM ESCHENBACH, DARMSTADT

## THE PAPER IN THE ROTARY PRESS

The different units of a rotary printing press, such as roller drivers, printing units and ink fountains, autopaster, the folding mechanism as well as the entire paper feeding device form a unit of work, the entire groups of which must cooperate in harmony to achieve optimum printing quality and highest output. Especially the behavior of the paper and the paper feed often cause interruptions in the manufacturing process, particularly on account of the ever-increasing operating speed. For this reason this problem is dealt with here in detail. First the requirements of the printing technique are outlined which the printing material, paper, has to meet nowadays. Then it is tried to outline the causes for the interruptions in the operation of rotary printing presses and how to eliminate them. The printer wants to have the same quality of performance throughout the entire process even at a high printing speed with a minimum of waste paper and unproductive stoppage of the press. Thus the modern high-speed presses require an unobjectionable paper reel, too. As a matter of fact, the printer must on his part do everything possible not to disturb the equilibrium ratio in the paper feed. Automatic devices to measure and control the paper facilitate his work with the presses. The paper manufacturer endeavours to supply homogeneous and faultless papers ready for use which were manufactured by his machines that are operated by controllers and which were selected by the printer according to their printability. Intelligent printers know of the thorny ways the paper manufacturer has frequently to choose in order to meet the ever-increasing requirements in which the price of the paper often plays an important part.

Exhaustive researches in the field of printing and paper techniques along with practical observations inside the plants are necessary in future, too. An exact examination of the causes for varying web tensions in units and their consequences, especially examining the elastic behaviour of paper, is of special importance. In order to successfully fight the causes of bottlenecks and to study the motions of different machine mechanisms in the rotary printing presses the "Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Hochschule Darmstadt" (Institute for Printing Presses and Printing processes of the Technical College Darmstadt) has successfully used high-frequency cine-cameras. This will occasionally be dealt with in another article. Only through constant, sympathetic and fair cooperation between the printers and the experts of paper manufacture, a paper may be supplied that is not only best suited for the different rotary printing presses but also inexpensive and in a good condition when supplied.

*Bedruckstoff Papier*

Papier ist auch heute noch der wichtigste Bedruckstoff für die verschiedenartigsten Druckereierzeugnisse. Die ständig steigenden Verarbeitungsgeschwindigkeiten und die zunehmenden Ansprüche hinsichtlich der Güte der Abdrucke stellen heute besondere Anforderungen an den anisotropen Werkstoff Papier, der in der Druckmaschine nicht selten erheblich mechanisch beansprucht wird, aber möglichst ohne Produktionsstörung verarbeitet werden muß.

Im Hinblick auf die optimale Bedruckbarkeit, d. h. die »Eignung eines zu bedruckenden Stoffes, bei gegebenen Druckverfahren Abdrucke in der gewünschten Qualität und Auflagenhöhe zu geben« (Rupp), erfordern die verschiedenen Druckverfahren Papiere mit spezifischen physikalischen und chemischen Zweck-Eigenschaften. Der fortschrittliche Papierfabrikant ist bemüht, diesen Anforderungen weitestgehend gerecht zu werden. Zweckmäßige und gleichmäßige Stoffzusammensetzung, Mahlung, Füllung, Leimung und Zusatz von entsprechenden Chemikalien zum Papierbrei, ferner Durchführung einer einwandfreien Blattbildung bei möglichst gleichartiger Ober- und Rückseite in den schnellaufenden mit Kontrollgeräten ausgerüsteten Papiermaschinen, anschließende Veredelung (Satinage, bzw. gut haftender Maschinenstrich) und letztlich die einwandfreie Aufwicklung führen zum erstrebten Ziel. Marktgängige Bedruckbarkeitsprüfgeräte gestatten dem Papiermacher die Bedruckbarkeitseigenschaften in beschränktem Umfang ohne Druckmaschinen zu überprüfen\*.

\* Mittels solcher Geräte können folgende Bedruckbarkeitseigenschaften ermittelt werden (nach Rupp): Deckungsfarbmenge (Maß für Glätte und Benetzung); Maß für die Farbspaltung; Farb-Wegschlagverhalten; Rupfbeginn; Anfangsschwärzung (Konterdruck); Trocknungszeit; Farbgebungstoleranz; Druckspannungstoleranz. Durch die in der Papierherstellung üblichen Verfahren und Geräte werden die nicht erfaßten Eigenschaften wie Weißgrad, Paßfähigkeit, Reiß- und Falzfestigkeit sowie chemische Eigenschaften ermittelt.

Von den Anforderungen, die zusätzlich an das fertige Papierprodukt z. B. in Form einer Verpackung hinsichtlich Festigkeit, Wasserdampf-, Aroma-, Fettdichtigkeit und dergleichen gestellt werden, sei hier nicht die Rede.

Die für die Bedruckbarkeit maßgebenden Faktoren sind (nach Rupp) einerseits allein dem Papier zuzuschreiben, andererseits sind sie durch die Wechselwirkungen von Papier und Farbe gegeben. Die ersteren Faktoren sind: Glätte; elastoplastisches Verhalten; Oberflächenrauigkeit, Oberflächenfestigkeit, Oberflächenhärte; Maßhaltigkeit gegenüber Änderungen der rel. Feuchtigkeit; Dimensionsstabilität; Homogenität auch in der Papierdicke; Neigung zum Stäuben, Opazität, Schmiegsamkeit, Reißfestigkeit, Knitterfestigkeit, Weißgrad, pH-Wert, Neigung zum elektrischen Aufladen u. a. Die durch die Druckfarbe in der Druckmaschine erst sichtbar werdenden Wechselwirkungen zwischen Papier und Farbe sind hauptsächlich bedingt durch die Benetzbarkeit der Fasern, Füllstoffe und Streichmasse, durch die Druckfarbe, durch die Kapillaraktivität des Papiers, die Trocknungseigenschaften der Druckfarben und das Rupfen als Ausdruck der Oberflächenfestigkeit des Papiers gegenüber dem Farbzug.

Für alle in schnellaufenden Rotationsmaschinen zu verarbeitende Papiere haben die Festigkeitskriterien (Reißfestigkeit, Einriß-, Durchriß- und Berstwiderstand, Oberflächenfestigkeit) besondere Bedeutung. Elastische Papiere sind in der Lage die in der Rotationsmaschine entstehenden dynamischen Beanspruchungen in mehr oder weniger hohem Maße aufzunehmen. Die Glätte und die Härte des Druckpapiers sind deshalb von wesentlichem Einfluß, weil davon die Höhe und Stärke des erforderlichen Anpreßdruckes abhängt. Dieser beeinflusst die Qualität des Abdruckes, d. h. die Güte des Kontaktes zwischen Druckform

und Papier. Idealpapier ohne jede Anisotropie, mit völlig einwandfreier Benetzbarkeit und idealem Wegschlagen der Farbe, mit absoluter Dimensionsstabilität und Oberflächenebenheit, mit konstanten optimalen Festigkeitseigenschaften usw. gibt es nicht. Jede Papierfabrik sollte jedoch bestrebt sein, dem Drucker preisgünstige Papiere für jedes Druckverfahren zu liefern, die dem Idealpapier möglichst nahe kommen. Das Zeitungspapier, holzhaltig und maschinenglatt bei einem Gewicht von ca. 50 g/qm, stellt in der Regel die geringsten Ansprüche. Es muß billig sein und wird mit einer billigen Farbe fast flüssiger Konsistenz bedruckt.

Besondere Ansprüche stellen die Papiere für Offset- und Tiefdruckverfahren, Anforderungen, die allgemein bekannt sein dürften. In Offsetmaschinen bewirkt die Wasserführung eine erhebliche einseitige Zunahme der Oberflächenfeuchtigkeit. Beim Mehrfarbendruck und zweiseitigem Druck nimmt die Befeuchtung zu. Durch die Verwendung von Mehrschichtendruckplatten kann die Wasserführung ganz erheblich herabgesetzt werden. Obgleich der Liniendruck beim Offsetverfahren gegenüber den anderen Druckverfahren am niedrigsten ist, macht sich hier die Minderung der Rupffestigkeit namentlich bei größeren Druckgeschwindigkeiten und bei Anwendung von Farben höherer Viskosität häufig nachteilig bemerkbar. Während man beim Bogendruck durch Wahl von Papieren mit wasserfestem Kunststoffstrich (Kunststoffpapier) diesen Nachteil wesentlich beseitigen kann, trifft dies bei den billigen Rotationsoffsetpapieren nicht zu. Bekanntlich soll sich der pH-Wert zwischen 4,5 und 8,0 bewegen, damit die Trocknung der Farbe nicht schädlich beeinflusst wird. Zu hoher Gehalt an Alkalien bzw. ungeeignete Verdünnungsmittel und Farbzusätze fördern die Emulgierung der Druckfarben, also das Tonen; hoher Füllstoffgehalt das Stäuben. Beim Tiefdruck sollten in der Regel möglichst saugfähige, schmiegsame, gleichmäßig glatte Papiere mit gleichbleibender Oberflächenhärte zur Verwendung kommen. Jedoch kann man im Tiefdruckverfahren durch entsprechende Wahl von Farbe und Druckform auch nichtsaugende Metalle und Kunststoff-Folien, meist unter Vorlackierung, bedrucken.

Die Eignung des Papiers zum maschinellen Rotationsdruck ist nach obigem abhängig von den erwähnten Papiereigenschaften, und zwar im besonderen Ausmaß bei hohen Verarbeitungsgeschwindigkeiten. (In der Praxis laufen Maschinen bis 10 m/sec.) Stets muß man sich vor Augen halten, daß nicht selten bereits eine papiertechnisch bedingte Herabsetzung der Druckgeschwindigkeit zu einer Produktionsminderung führt.

#### Mechanische Beanspruchungen in den Rotationsdruckmaschinen

Obgleich die Papiere in der Papiermaschine höheren Laufgeschwindigkeiten und größeren Liniendrücken als in der gleichfalls kontinuierlich arbeitenden Rotationsdruckmaschine ausgesetzt sind, treten in den letzteren häufiger Störungen im Papierlauf ein, da hier das von der Rolle ablaufende Papier meist anders gearteten und strengeren Beanspruchungen ausgesetzt ist. So treten beispielsweise in

Die Beschaffenheit der in der Druckerei zur Verarbeitung gelangenden Papierrollen (Ausrüstung) läßt leider nicht selten zu wünschen übrig. Rollen mit schwankenden Feuchtigkeitsgraden, ungleich und namentlich zu weich gewickelte Rollen, mit Einrissen und schlechten Anklebstellen (Fabrikkleber) begünstigen die Papierreißer und zwingen zur Herabsetzung der Laufgeschwindigkeit. Fremdkörperteilchen, Schnittstaub und ungleichmäßige Satinage verschlechtern zudem das Druckbild. Zu weiche Papphülsen mit relativ kleinen Durchmessern, manchmal vereint mit unsymmetrischem Hülsenquerschnitt, bilden bekanntlich eine erhebliche Gefahr für den korrekten Papierlauf. Anzustreben sind Kunststoff-, bzw. Metallhülsen mit möglichst großen, genormten Außendurchmessern. Bei überbreiten Rollen können sich die Papphülsen durchbiegen. Haben die Druckereien nicht einwandfrei verpackte Rollen mit vorgeschriebenem Feuchtigkeitsgehalt zur Verfügung (*»Exportverpackung«* ist zu bevorzugen), so müssen die Papierrollen unbedingt in entsprechend klimatisierten Räumen innerhalb einer angemessenen Frist gelagert werden. Nur dadurch können die schädlichen Quell- und Schrumpfungsvorgänge auf ein Mindestmaß gebracht werden. Auch dem Rollentransport ist größte Sorgfalt zu widmen.

Forderungen hinsichtlich der physikalischen Eigenschaften des Druckpapiers wurden auf der Sitzung der Kommission *»Papier«* der A. G. V. in Frankfurt am 26. 6. 1959 formuliert. Es sei hier auf die diesbezüglichen Stellen der von der Bundessparte Tiefdruck der A. G. V. herausgegebenen Sammelchrift *»Tiefdruck 1959«* hingewiesen. Die Steigerung der effektiven Leistung einer Rotationsmaschine durch Vermeidung von Geschwindigkeitsreduktionen und Makulaturanfall ist nicht lediglich ein papiertechnisches, sondern ein maschinentechnisches Problem.

Eine deutsche Großdruckerei hat durch Versuche mit fünf verschiedenen Papierqualitäten an Tiefdruckmaschinen die bei der Verarbeitung auftretenden Fehlermöglichkeiten untersucht. Aus den in dem Jahrbuch *»Tiefdruck 1959«* der AGV angegebenen Resultaten ergeben sich folgende Fehlermöglichkeiten.

17 verschiedene Fehlermöglichkeiten traten in folgenden Prozentätzen auf:

1. Rollenwechsel	= 30,68 % *
2. seitliche Einrisse	= 13,55 %
3. schlechte Wicklung vor Rollenwechsel	= 4,60 %
4. Löcher und Schmutz	= 3,87 %
5. Fabrikkleber	= 3,83 %
6. Kalanderrillen	= 3,80 %
7. Holz-, Filz-, Fasern	= 1,79 %
8. deformierte Rollen	= 1,64 %
9. maschinenbedingt	= 0,97 %
10. Krampfäden	= 0,91 %
11. Stirnseitenbeschädigung	= 0,80 %
12. Schrägfallen	= 0,73 %
13. Wassersäcke	= 0,47 %
14. lose Papierfetzen	= 0,40 %
15. nicht abgeschnittene Fetzen	= 0,26 %
16. lose Außenkanten	= 0,26 %
17. nicht erkannte Fehler	= 31,23 %

\*) Bis zur Wiederherstellung des Passers (Anm. d. V.)

den Zeitungshochdruckmaschinen in den plattenfreien Zonen (*»Kanälen«*), beim Rollenwechsel, ferner durch das periodische stoßweise Arbeiten der Falzwerksorgane usw., ruckartige Beanspruchungen des Papierstranges auf. (Selbstverständlich sind heute alle schnellaufenden Rotationskörper dynamisch ausgewuchtet.) Man unterscheidet zwischen maximaler Laufgeschwindigkeit, für welche die

Druckmaschine konstruiert ist, effektiver Druckgeschwindigkeit entsprechend den Eigenschaften der vorliegenden Papiere und Farben und Produktionsgeschwindigkeit, welche am Tachometer abzulesen ist, die Verlustzeiten beim Auflagendruck enthaltend.

Auf dem Gebiete des Tiefdrucks werden für die Massenerstellung illustrierter Zeitschriften neuerdings zunehmende Papierbreiten verarbeitet (bis zu 2,5 m Breite), wodurch zusätzliche Druckschwierigkeiten auftreten können. Es ist jedem Drucker bekannt, daß die praktische Laufgeschwindigkeit einer Rotationsmaschine nicht allein abhängt von der Güte der Maschinenkonstruktion und deren elektrischen Ausrüstungen, sowie der Beschaffenheit der Druckform und der Druckfarbe, sondern auch erheblich von der Art des Papiers und dem Verhalten der Bedruckstoffbahn während des Laufes durch die einzelnen Maschinenaggregate. In dieser Abhandlung wollen wir uns im wesentlichen mit dem letzten Faktor beschäftigen und zunächst die Papierbahn während der Wanderung durch die Maschine verfolgen.

Greifen wir eine Mehrfarben-Tiefdruckrotationsmaschine als Beispiel heraus, so sei der Papierweg wie folgt skizziert: Die Papierbahn wird von der im Rollenstern gelagerten, gebremsten Papierrolle über Leitwalzen und Pendelwalzen unter Spannung abgezogen, läuft nun mit dem durch das Druckwerkssystem erzeugten Anpreßdruck durch die einzelnen Druckwerksabschnitte — wobei meist noch Trockenkammern und Kühlaggregate durchlaufen werden müssen —, weiter über verschiedene Leit- und Zugwalzen und andere papierfördernde, evtl. -trennende Organe in mehreren Strängen zum Falzwerk. Dort erfolgt die Längsfalzung durch Trichterfalz, der Querschnitt, das Sammeln und Querfalzen, Heften und Auslegen der Exemplare. In anderen Fällen sind besondere Querschneider und Bogenausleger angeordnet. Das bedruckte Band kann auch wieder aufgewickelt werden. Diese verschiedenartigen Förderorgane der zweckmäßig klimatisierten Papierbahn müssen stets derartig beschaffen und abgestimmt sein, daß sie eine Konstanzhaltung des Papierzuges gewährleisten. Die von der Rolle abgelassene und die nach Verlassen des Falzwerks zum Ausstoß gelangende Papiermenge muß in jedem Zeitintervall die gleiche sein. Somit müssen stets alle Maschinenorgane auf das Zusammenspiel der Arbeitseinheit Rotationsmaschine abgestimmt sein. Beim Lauf der Papierbahn, die durch die einzelnen Druckwerke der Rotationsdruckmaschine gezogen wird, können nun in der Praxis folgende produktionsstörende Mängel mechanischer Natur auftreten:

Unregelmäßiger Papierzug (Spannungsschwankungen von unterschiedlicher Größe und Frequenz) und damit un stetige Längenänderungen der Papierbahn, unter Umständen Anwachsen der Spannungen bis zum Riß der Bahn; — Durchhängen und Flattern der Bahn; — Faltenbildung, insbesondere auch bei mehreren Strängen; — Einreißen an den Rädern; — Bersten des Papiers an der Trichternase; — Welligwerden, insbesondere nach dem Querschneiden; — Rollneigung; — Ausbuckeln dünner Papierbahnen beim Druck geschlossener Farbflächen; — Absmieren beim Widerdruck.

Dazu gesellen sich noch die schädlichen Auswirkungen der Heterogenität, namentlich auch der Zweiseitigkeit, der unzulässigen Schattierungen beim Hochdruck, des Stäubens, des Rupfens, der elektrischen Aufladungen u. a.

Um entsprechende Maßnahmen zur Behebung aller dieser Störquellen treffen zu können, ist es erforderlich, die einzelnen Einflußfaktoren zu studieren. (Auf das Problem der maschinellen Konstruktionsfehler und Fehler in der Bedienung sei hier nicht näher eingegangen.) Insbesondere ist es notwendig die Ursachen, Arten und das Ausmaß der Papierbahnbeanspruchung zu kennen. Störfaktoren, die zu Längenänderungen und damit zu Bild- und Falzregisteränderungen führen, sind u. a. der unterschiedliche relative Feuchtigkeitsgehalt und die Hysteresis- und Verzögerungseinwirkungen bei wiederholter Beanspruchung des Papiers. Papierspannungsmessungen werden durchgeführt sowohl über die Gesamtpapierbreite (Gesamtspannungstensiometer sind auch bei automatischen Spannungskontrollen vorzufinden) als auch partiell durch Messen des Papierzuges in den benachbarten Bahnstreifen. Beispielsweise mißt man mit den Springdale-, bzw. Gen.-Electric-Tensiometern die Teilspannungen als Funktion des Widerstandes gegen die Auswirkungen einer gegebenen Kraft. Dieser Widerstand wird durch die Quer- und Längsbeanspruchung des Papiers hervorgerufen. (Diese Einzelspannungstensiometer mit Kontaktrollen gestatten die Anzeige der relativen Spannungsweite, der Spannungsänderungen und der Einzelspannungen über die Papierbahn hin. Gemessen wird die Zugkraft in kg/cm.) Vielstellenmeßgeräte mit elektrischen Aufnehmersystemen werden entwickelt.

Für den regulären Maschinenlauf der synchronisierten Druckwerke ist bekanntlich eine angemessene optimale Betriebspapierspannung erforderlich, die papierseitig abhängig ist von der Papierart und Dicke, von der Laufgeschwindigkeit und den klimatischen Gegebenheiten. Die Papierspannung beträgt beispielsweise beim Zeitungsdruck und bei mäßigem Drucktempo im Mittel etwa 35 kg/m Papierbreite. Sie sollte in allen Druckwerksabschnitten möglichst konstant gehalten werden. Besondere Schwierigkeiten bereiten dabei die Perioden des Anlaufes, des Rollenwechsels und der Anklebung. Schneiderei stellte bereits im Jahre 1940 fest, daß beim Anfahren die Spannung bis auf etwa 109 kg/m (etwa 66 % der Bruchgrenze) anstieg. Die angemessene praktische Betriebspapierspannung liegt bekanntlich zwischen einer normalen Spannung, die nötig ist, um das Papier gerade noch faltenfrei durch die Maschine ohne seitlichen Verlauf durchzuziehen und der Reißspannung. Die Zugbelastung sollte sich immer gleichmäßig über die gesamte Rollenbreite verteilen. Da die Längenänderungen der elastischen Papierbahn von der vorgegebenen Spannung abhängig ist, bietet, wie erwähnt, die Konstanzhaltung der angemessenen Betriebs-Papierspannung die Gewähr dafür, daß keine für den Falz und das Farbbild registerschädlichen Längendifferenzen oder gar Reißen durch zu hohe Bahnspannung während des Maschinenlaufs eintreten können; praktisch homogenes Papier vorausgesetzt. Häufig werden Schwan-



kungen der Luftfeuchtigkeit, namentlich beim scharfen Trocknen, zusätzliche Längenänderungen (im letzteren Falle in Form von Schrumpfung) und damit Störungen bewirken. Namentlich bei Tiefdruckrotationsmaschinen wird die Laufgeschwindigkeit nicht selten durch den Trockenvorgang begrenzt. In einer Schnellläufermaschine verweilt der Papierstrang kaum eine halbe Sekunde in der

Trocknungsapparatur bei einer Trockenstrecke von etwa 2,5 m. Durch die Konstruktion dieser Trockenaggregate sind die Art, Größe und Geschwindigkeit des Feuchtigkeitsaustausches zwischen Luftführung und Papier festgelegt. Alle Spannungsänderungen pflanzen sich von der Rolle in Richtung des Bahnlaufes von Druckwerk zu Druckwerk fort und beeinflussen somit die gesamte Papierführung.

#### *Ursachen und Bekämpfung der Störungserscheinungen*

Die durch ungleichförmige Papierzüge und Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit der Papierbahn bewirkten Maßdifferenzen gehören zu den unangenehmsten Störungserscheinungen. Somit muß der Steuerung und Regelung der Papierspannung, bzw. Papierbahnlängenregelung bei gleichgehaltener Papierspannung besonderes Augenmerk geschenkt werden. Auch in Papiermaschinen werden an gewissen Stellen die Bahnspannungen als Regelgrößen verwendet, und zwar bisher ausschließlich allein um Abrisse der Bahn und Ausschußanfall zu vermeiden. Darüber hinaus wird (nach Brecht und Führbeck) vorgeschlagen, durch Zugregelung in Naßpressen bereits Änderungen von Papiereigenschaften zu erzielen bzw. zu verhindern.

Betrachten wir zunächst den Papierlauf vor dem ersten Druckwerk. Beim Rollenablauf wird der erforderliche Papierzug (Grundspannung) im nachfolgenden Druckwerksabschnitt erzeugt. Das Produkt aus Papierzugkraft und Bahngeschwindigkeit liefert die mechanische Leistung, die der Bremsleistung entspricht. In der Regel wird mittels einer mehr oder weniger trägen Pendelwalzensteuerung die durch einen Gurtantrieb bewirkte und auf die Rolle arbeitende Bremskraft derartig gesteuert, daß sich die Betriebspapierspannung innerhalb der praktisch zulässigen Grenzen hält. Die Bremskraft nimmt in diesem Falle naturgemäß mit der Minderung des Rollendurchmessers und der Steigerung der Laufgeschwindigkeit ab. Störend wirken sich, wie bereits erwähnt, exzentrisch gewinkelte bzw. schlecht aufgebüschte Papierrollen aus. (Bei variablen Tiefdruckmaschinen muß zunächst die Einregelung auf den betreffenden Zylinderumfang erfolgen.)

Nachdem verschiedene der bisherigen Pendelwalzensteuerungen (als Spannungskonstanthalter) mit mehr oder weniger Verzögerung und damit unter zusätzlichen Spannungsschwankungen arbeiten, sind Bestrebungen zur Verbesserung dieser Verhältnisse im Gange. Trotz vorhandener Spannungsregler entstehen in der Praxis nicht selten beträchtliche Spannungsschwankungen vor dem ersten Druckwerk. Zur Abhilfe dieses Mißstandes finden wir beispielsweise als Lösung eine automatische Antriebsregelung unter Einsatz pneumatisch regelbar angedrückter Gurte in Verbindung mit einem Sondergetriebe vor, wobei auch die Umschlingungswinkel variiert werden. Hinsichtlich der Bahnspannungsstörungen und deren Regelung einschließlich der Stränge in der Papierrollenlagerung, im Autopaster (störungsfreie Auslösung der Klebung und des Abschneidens, Synchronisierung), auf der Trockentrommel usw., sei allgemein bemerkt:

Der Dehnungsbereich des gesamten zwischen den Druckwerken liegenden Papierstranges ist erheblich. Nehmen

wir eine Fünf-Farbmaschine mit einer Zwischenstranglänge von je 7,6 m als Beispiel, so beträgt die Gesamtbahnlänge 30,4 m. Ein durchschnittliches Rotationspapier hat ein Elastizitätsbereich von etwa 0,6 % zwischen Minimalspannung, mit der die Druckmaschine noch laufen kann und der Bruchspannung. (Die Proportionalitätsgrenze liegt relativ niedrig.) Aus obigem ergibt sich somit theoretisch eine Gesamtdehnungsstrecke von etwa 182 mm. Dabei ist vorausgesetzt, daß der relative Feuchtigkeitsgehalt konstant bleibt. Um die erste und letzte Farbe innerhalb von 0,25 mm genau registrieren zu können, müßte (nach Huck) die Papierspannung genau innerhalb von 0,15 % gehalten werden; entsprechend empfindlich müßten die Papierspannungsregler arbeiten.

Im Betriebszustand wird, wenn die Papierspannung erhalten werden soll, der größte Teil der Bahnantriebsleistung durch Bremsung abgeführt. Bei der allgemeinen Papierspannungsregelung (vom Rollenantrieb abhängiger bzw. unabhängiger Antrieb) handelt es sich im Betriebszustand um die Einregelung von Differenzgeschwindigkeiten kleineren Ausmaßes. Dabei ist zu bemerken, daß bei der Ausregelung einer Störgröße selbst auf elektrischem Wege diese nicht trägeheitslos und zeitlos verläuft. In einfacheren Fällen erfolgt die Steuerung vor dem ersten Druckwerk bekanntlich unter Einsatz einer Kombination von Band- und Umfangsbremsen. Verwendet werden ferner Papierbahnsteuerungen mit auf das Rollenzentrum wirkender Achsbackenbremsung, Konusbremse und mechanische PIV-Steuerungen. Sodann sind in Anwendung Gurtriemensteuerungen in Verbindung mit PIV-Getrieben und Korrektur der Gurtgeschwindigkeit auf elektrischem Wege. Es gibt unter anderem Papierspannungsregler, in denen, wie erwähnt, der hydraulisch bewirkte Anpreßdruck und der Umschlingungswinkel gesteuert werden, ferner Konstruktionen, bei denen ein sich selbsttätig verstellendes stufenloses Doppelkeilriemengetriebe zur Anwendung kommt, und weiterhin Generatorbremsen, unter Einsatz von Tänzerwalzen, die mit elektrischen Verstärkern zusammenarbeiten. Neben den bisher üblichen dynamisch ausgewuchteten, feder- oder gewichtsbelasteten Pendelwalzen kommen jetzt solche in Anwendung, deren Trägheitsradius gleich dem Außenradius der Pendelwalzen ist. (Mohr — Jentsch.)

Zusammenfassend handelt es sich bei der Papierspannungsregelung um die in der allgemeinen Steuer- und Regelungstechnik üblichen Geräte, Antriebe und Verstellorgane, die elektrisch, elektronisch, magnetisch, pneumatisch, hydraulisch oder mechanisch oder in Kombination funktionieren. Ihre Aufgabe ist es, einen in das Gerät eingehenden Wert in einen durch Betrag und zeitlichen Ver-

laufgezeichneten Ausgangswert umzuwandeln. Hochwertige und daher kostspielige Regeleinrichtungen sind bei schnelllaufenden Maschinen zwecks Registerhaltung und Verminderung der Papierreißer (Maschinenstillstände, Makulaturanfall) unentbehrlich. Nebenbei sei erwähnt, daß auch noch andere Regeleinrichtungen zum Teil durch Fernsteuerung das Papierband bei Mehrfarbenmaschinen kontrollieren, beispielsweise die elektronische Schnittsteuerung, ferner die fotoelektrischen Farbdichteregler, mit der Aufgabe, den Farbton gleichmäßig zu halten. In diesem Zusammenhang sei erwähnt, daß die Gravure Research Inc. kürzlich ein Gerät zur elektronischen Kontrolle der Spannung der Papierbahnen für Tiefdruckmaschinen entwickelt hat.

Verfolgen wir den Papierverlauf im eigentlichen Druckwerk, so stellen wir fest: während bei der Hochdruckrotationsmaschine durch Zahnräder angetriebene Zylinderpaare den Papierstrang durchziehen, wird dieser bei der Tiefdruckrotationsmaschine in der Regel durch Reibungsschluß der gummiarmierten Zwischenwalze mit dem Formzylinder befördert, wobei allein schon durch Zylinderdurchmesser-Unterschiede, durch Härteabweichungen und Schichtdickendifferenzen des Gummibelages (Variation des Papierschlupfes!) selbst bei genau gleichen Drehzahlen der Formzylinder Spannungsunterschiede zwischen den Strängen der einzelnen Druckwerksabschnitte auftreten können, die darüber hinaus nachteilig beeinflusst werden von temperatur- und geschwindigkeitsabhängigen Schrumpfungen.

Somit ist die Größe des Schlupfes und damit der Ausgleich der Spannungs differenzen vor und nach dem Druckwerksabschnitt sowohl vom Anpreßdruck als auch von der Höhe der Papierspannungsunterschiede und der Beschaffenheit der Gummischicht abhängig. Wird nämlich die Haftreibungsgrenze zwischen Gummiwalze und Formzylinder überschritten, so gleiten im Berührgebiet die Gleitflächen gegeneinander.

Das Papier verliert beim Lauf durch die Druckwerke ständig etwas von seiner Dicke durch den erhöhten Zug und darüber hinaus durch die plastische Verformung in den Zylinderpartien. Durch die automatische Registersteuerung, die praktisch mehr oder weniger sprungweise funktioniert, müssen die auftretenden Passerdifferenzen längs und quer korrigiert werden. Bemerkt sei, daß eine durch die automatischen Registerregler bewirkte Verstellung der Formzylinder bzw. der Registerwalzen nicht unmittelbar zu einer Registerverstellung führt, weil die Papierbahn zwischen Formzylinder und Anpreßwalze festgehalten wird und nicht schlüpfen kann. Erst nach einer Reihe von Formzylinderumdrehungen wirkt sich die eingeleitete Verstellung aus. Beim Abheben des Gummi zylinders muß die Papierstranglänge konstant bleiben, um Spannungsänderungen zu verhindern.

Vom letzten Druckwerk aus wird der Papierstrang bzw. werden die einzelnen Stränge sowie deren Zusammenführungen durch im Anpreßdruck regulierbare und mit Voreilung rotierende Zugwalzen in das Falzwerk gezogen. (Falsches Einstellen dieser kann im Falzwerk Faltenbil-

dung erwirken.) Da die dazwischen gelagerten Leitwalzen mehr oder weniger Schlupf bewirken, sind auch hier entsprechende Korrektoreinrichtungen zur Erzielung konstanter Spannungen erforderlich.\*\*)

Durch Abstufung der Durchmesser bzw. der Härte und Schichtdicken der Gummizwischenwalzen, eventuell durch leichte Bombierung bei überbreiten Presseuren kann der Papierzug zusätzlich mehr oder weniger korrekt beeinflusst werden. Als nicht einwandfrei sind die Durchmesserkorrekturen der Formzylinder zu werten. Theoretisch müßte man in diesen Fällen gleichzeitig die Druckformlänge auf fotografischem Wege entsprechend berichtigen. Selbstverständlich kann man durch eine etwaige Differenzierung der Formzylinderdrehzahlen die Registerfehler auch nicht kompensieren. Um die Papierbahn besser zu homogenisieren ist der Durchlauf durch ein vorgelagertes, nicht eingefärbtes Druckwerk oder Streckwerk in bestimmten Fällen ratsam.

Nun soll noch kurz zu anderen bedeutsamen Störungserscheinungen Stellung genommen werden, die im vorausgehenden Abschnitt erwähnt sind.

Was die Flattererscheinungen anbelangt, so sei folgendes bemerkt: Schon im normalen Papierlauf sind gewisse Spannungsschwankungen verschiedener Frequenzen zu verzeichnen; sie pflanzen sich in Richtung des Papierbahnlaufes fort und nehmen nach jedem Druckgang ab. Bei raschem Anfahren, also schnellen Änderungen der an der Rolle aufgelegten Papierspannungen, beim Rollenwechsel, beim fehlerhaften Anklebevorgang usw. treten erhebliche Stöße und hochfrequente Schwingungen auf, die namentlich bei großen Laufgeschwindigkeiten Flattererscheinungen auslösen (zusätzliche dynamische Beanspruchungen treten selbstverständlich auch beim plötzlichen Stoppen der Maschine auf). Die Auswirkungen der vereinigten Grundspannungen und Überlagerungsspannungen, die mit dem Auge als Flattern zu erkennen sind, können unter Umständen die Reißfestigkeit erreichen. Das Bahnflattern kann das seitliche Verlaufen der Papierbahn begünstigen. Häufig ist das Maximum der Papierspannung eines Strangquerschnittes auf der Antriebsseite der Maschine vorzufinden, das Minimum an der Gegenseite. Fehlerhafte Maschinenmechanismen, namentlich nicht dynamisch ausgewuchtete Rotationskörper, nicht parallel ausgerichtete Leitwalzen u. a. können zusätzliche Störungen verursachen und das Flattern herbeiführen. Erwähnt sei noch, daß selbst Unterschiede in der Härte der Gummiwalzenschichten, ferner in der Farbschichtdicke usw. zu Spannungsdifferenzen führen können.

Eine andere lästige Erscheinung ist die Faltenbildung. (Zuweilen hat das angelieferte Rollenpapier bereits Kalandersfalten). Die Ursachen können gesucht werden sowohl in drucktechnischen Verhältnissen, abhängig von dem vorliegenden Druckverfahren (ungleichmäßiger, bzw. überhöhter Anpreßdruck), als auch in konstruktiven und betriebstechnischen Mängeln der Druckmaschine und vor allem in der Eigenart des vorliegenden Druckpapiers.

\*\*) Falsche Einstellung des Falztrichters kann zum Flattern der Papierbahn, zum Ausbrechen dieser an der Trichternase, bzw. zum Verschleiß der Bahn durch Berührung der Trichternase mit den Leitwalzen führen.

Zu letzterem Punkt sei lediglich bemerkt, daß ein Papierstrang, der an den Rändern trockener ist als in den inneren Partien, hier ein Mehr an Fläche vor die Druckzone bringt, so daß lediglich der Ausgleich nur durch Faltenbildung möglich ist. Zwangsausgleich durch Faltenbildung kann auch bei welligem Papier auftreten. Erfahrungsgemäß neigen maschinenglatte Papiere leichter zur Faltenbildung als gleichschwere satinierte Papiere; auch dünnere und lappige Papiere begünstigen mangels Widerstandsfähigkeit die Faltenbildung. Bei Überführung mehrerer Stränge über die Trichternase tritt zusätzlich die erhöhte Gefahr des Berstens des Papiers auf.

Es sei hier noch eingeschaltet, daß das Reißen der Papierbahn bei Tiefdruckrotationsmaschinen besonders unerwünscht ist, weil dadurch sogenannte »Wickler« im erhöhten Ausmaß auftreten können: Das gerissene, schmiegsame und saugfähige Papier — angesaugt von den Farbnapfen — wickelt sich um Formzylinder, Gummiwalze und Presseur und kann dadurch besondere Störungen und Beschädigungen hervorrufen.

Auf die Nachteile des Ruffens, der elektrischen Aufladungen u. a. soll hier nicht näher eingegangen werden. Was das Stäuben anbelangt, so sei erwähnt, daß u. U.

namentlich die gummibeleagten Walzen und Zylinder Streichmassen und Füllstoffteilchen von der Papieroberfläche aufnehmen, Überhitzung des Papierstranges in den Trockenanlagen ist zur Vermeidung des erhöhten Stäubens und der Verschlechterung anderer Papiereigenschaften unter allen Umständen zu verhindern. Moderne gasgeheizte Trockenanlagen zeichnen sich durch die Möglichkeit exakter Temperaturregelung aus. Freier Staub entsteht bekanntlich schon bei unsauberem Schnitt der Papierränder, besonders aber beim Längs- und Querschnitt in der Druckmaschine, namentlich bei schlecht eingestellten oder stumpfen Messern.\*) Der Papierstaub bildet, wenn er zudem sandhaltig ist oder andere Fremdkörper enthält, selbstverständlich eine erhebliche Gefahr für die Lebensdauer der Druckformen und Maschinenmechanismen.

Auch durch die Gurtantriebe, die bei Papieren von verschiedener Glätte und Feuchtigkeit unterschiedlichen Schlupf erzeugen, kann bereits ein schädliches Aufrauen der Papieroberfläche bewirkt werden. Nebenbei sei noch erwähnt, daß die Abschmiergefahr beim Widerdruck in Hochdruckmaschinen heute in der Regel durch Anwendung von Kunststoffaufzügen beseitigt wird.

## ZUSAMMENFASSUNG

Es wurde versucht, die bei der drucktechnischen Verarbeitung von Papierbahnen in Rotationsmaschinen auftretenden Störungserscheinungen zu skizzieren und Wege zur Beseitigung der Störungsquellen anzudeuten. Der Drucker verlangt die Sicherung der Produktionsqualität, auch bei hohen Druckgeschwindigkeiten bei einem Minimum an Makulatur und unproduktivem Maschinenstillstand. Die modernen Schnellläufer stellen somit auch erhöhte Ansprüche an das Rollenpapier. Selbstverständlich muß der Drucker von seiner Seite aus alles tun, um das Gleichgewichtsverhältnis in der Papierführung nach Möglichkeit nicht zu stören. Automatische Meß- und Papiersteuerungseinrichtungen erleichtern ihm das Arbeiten mit den Maschinen.

Der Papierfabrikant ist bestrebt, die vom Drucker nach den Bedruckbarkeitseigenschaften ausgewählten Papiersorten gleichfalls unter Einsatz moderner Regeltechnik in seinen Produktionsmaschinen fehlerlos, insbesondere homogen, zu fabrizieren und gebrauchsfertig zu liefern. Die einsichtsvollen Drucker wissen wohl, daß der Papierfabrikant häufig dornenvolle Wege zu überwinden hat, um die ständig zunehmenden Forderungen zu erfüllen, zudem der Papierpreis oft eine wichtige Rolle spielt.

Intensive druck- und papiertechnische Forschungen, verbunden mit praktischen Betriebsbeobachtungen sind weiterhin notwendig. Von besonderer Wichtigkeit ist u. a. die exakte Untersuchung der Ursachen für die Spannungsschwankungen in den Papiersträngen der einzelnen Maschinen-Aggregate und deren Auswirkungen, insbesondere auch des papierelastischen Verhaltens. Einschlägige Untersuchungen werden seit etwa zwei Jahren im Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der T. H. Darmstadt mit Unterstützung der Forschungsgesellschaft Druck-

maschinen e. V. und dem Wirtschaftsministerium des Landes Bayern durchgeführt.

Um die Ursachen von produktionsstörenden Erscheinungen erfolgreich bekämpfen zu können und um auch die Bewegungsvorgänge der verschiedenen Maschinenmechanismen in den Rotationsmaschinen zu studieren, hat das Institut für Druckmaschinen und Druckverfahren der Technischen Hochschule Darmstadt bereits mit Erfolg sich der Hochfrequenzkinematographie bedient. Darüber sei gelegentlich an anderer Stelle berichtet.

Nur durch eine verständnisvolle faire Zusammenarbeit der Drucker mit den Fachleuten der Papierfabrikation wird das erstrebte Ziel — Lieferung preiswerter Papierrollen, die sich in Schnellläufern möglichst störungsfrei verarbeiten lassen und somit gute Qualität des Druckes bei gesteigerter Nutzleistung ermöglichen — weitestgehend erreicht werden können.

\*) Das Befeuchten einer seitlich eingetrockneten Papierrolle durch vorsichtiges Bespritzen mittels Wasserstrahl vor dem Einsatz in den Rollenstern ist u. U. ratsam.

### Literatur:

- A. G. V. Bundessparte Tiefdruck: Broschüre Tiefdruck 1959
- E. Fühlbeck: Über den Einfluß der »Züge« bei einer Versuchspapiermaschine (Diss. TH Darmstadt 1959)
- F. Harvey and J. Kimball: Web Tension Research on Roto Gravure Presses (TAGA-Berichte 1959)
- W. Hude: Papierspannung und Register in Rollenrotationsmaschinen (A. G. V.-Tagung »Tiefdruck« September 1958)
- E. Muth: Stufenlos regelbare Getriebe an variabel-formatigen Rollen-Tiefdruckmaschinen (Druckspiegel 7/1959)
- C. Ringe: Messen der Papierbahnschwindigkeit (Zeitungstechnik 14/59)
- E. Rupp: Probleme der Bedruckbarkeit (Archiv für Druck und Papier, Berlin, 2/1955)
- E. Rupp und K. Rieche: Beiträge zur Bedruckbarkeit (Inst. f. graph. Technik, Leipzig, 1959)
- G. Schneider: Über den Einfluß der Papierrollenbremse auf den Druck (Dissertation TH Berlin 1940)
- K. Wagenbauer: Hochgeschwindigkeitskinematographie in der Drucktechnik (Photo-Technik- und -Wirtschaft 2/1959)